

Entrevista con Ranganatha Sitaram

## Si uno es capaz de mantenerse motivado, entonces se vive esta pasión y uno hace las cosas porque encantan

Interview with Ranganatha Sitaram

If you are able to keep yourself motivated, then you live this passion and you do things because you love it



"La Interfaz Cerebro-Computadora o Interfaz Cerebro-Máquina es un método para adquirir, procesar y decodificar señales del cerebro en tiempo real, y luego enviar comandos para controlar dispositivos externos." Es esencialmente, un método científico para leer la mente.

'Brain-Computer Interface or Brain-Machine Interface is a method to acquire, process and decode brain signals in real time, and send commands to control external devices.' It is essentially, a scientific method to read the mind.

*El profesor del Instituto de Ingeniería Biológica y Médica nos habla de su pasión y motivación por la investigación y su viaje desde la ingeniería aplicada a los nuevos y excitantes campos de la Interfaz Cerebro-Computadora (BCI), Interfaces Cerebro-Máquina, Neurorehabilitación y Neurociencia Cognitiva.*

Por Jovan Kuzmicic

**E**l Dr. Ranganatha Sitaram, Profesor asociado del Instituto de Ingeniería Biológica y Médica, y del Departamento de Psiquiatría y de la División de Neurociencia de las Escuelas de Ingeniería, Medicina y

*The professor of the Institute for Biological and Medical Engineering tells us about his passion and motivation for research, and his journey from applied engineering into the new and exciting fields of Brain-Computer Interface (BCI), Brain-Machine Interfaces, Neurorehabilitation and Cognitive Neuroscience.*

By Jovan Kuzmicic

**A**ssociate professor at the Institute for Biological and Medical Engineering, and the Department of Psychiatry and the Division of Neuroscience from the Schools of Engineering, Medicine and Biological

Ciencias Biológicas, ha viajado por todo el mundo antes de convertirse en el Director del Laboratorio de Interfaces Cerebro-Máquina y Neuromodulación en nuestra universidad.

El Profesor Sitaram estudió Licenciatura en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Mysore en India, obtuvo una maestría en Diseño de Ingeniería en el Colegio de Tecnología de PSG en la India. Más tarde completó un doctorado en neurociencia en la Universidad de Tübingen en Alemania. Trabajó en Singapur, Alemania y Estados Unidos en diferentes ambientes de laboratorio, en diversas áreas, incluyendo inteligencia artificial, robótica, sistemas inteligentes de transporte, sistemas conscientes y neuroinformática. También fue fundamental en la fundación de una empresa en Singapur.

El Dr. Sitaram se unió a nuestra universidad en 2015 como Profesor Asociado, tras lo cual inició un nuevo Laboratorio en colaboración con el Dr. Sergio Ruiz. Juntos, son pioneros en el campo de las Interfaces Cerebro-Computadoras en Chile, y fundaron uno de los pocos laboratorios en América del Sur para investigar en este tema.

#### **¿Es la investigación una pasión para Ud.?**

“¡Mucho, lo es mucho! Siempre me he interesado en la investigación y la he conducido en muchos campos. Empecé la investigación en ingeniería y ciencias computacionales por muchos años, y constantemente estábamos creando ideas nuevas y, a veces, locas que afortunadamente recibían fondos. Incluso construimos pequeñas computadoras conscientes que podían comunicarse, interactuar y trabajar entre sí; llamamos SmartEdge a esta tecnología, a la que se otorgó 7 patentes en total.”

#### **¿Cómo se interesó en su tema de investigación?**

“Comencé a trabajar en el campo de la inteligencia artificial y la robótica; desarrollamos muchos proyectos e incluso generamos empresas derivadas. Durante este período de innovación en nuevas formas de integrar la inteligencia en computadoras y dispositivos, comencé a profundizar en la literatura sobre psicología, neurociencia e interfaces cerebro-computadora. Me interesé tanto en el cerebro humano que decidí iniciar un grupo de investigación llamado Neuroinformática, el que por primera vez en Singapur comenzó a aplicar el procesamiento de señales y algoritmos computacionales a las señales cerebrales. Publicamos estos estudios y nos pusimos en contacto con investigadores

Sciences, Dr. Ranganatha Sitaram has travelled all over the world before becoming the Director of the Laboratory for Brain-Machine Interfaces and Neuromodulation in our university.

Professor Sitaram studied Bachelor of Mechanical Engineering at the Mysore University in India, did a Master degree in Engineering Design at the PSG College of Technology in India. Later he completed a Ph.D. in neuroscience at the University of Tübingen in Germany. He worked in Singapore, Germany and the United States in different laboratory environments, in various fields including artificial intelligence, robotics, intelligent transportation systems, sentient systems and neuroinformatics. He was also instrumental in founding a spin-off company in Singapore.

Dr. Sitaram joined our university in 2015 as Associate Professor, after which he started a new Laboratory in collaboration with Dr. Sergio Ruiz. Together, they are pioneers in the field of Brain-Computer Interfaces in Chile, and founded one of the few labs in South America to do research in this topic.

#### **Is research a passion for you?**

‘Very much so! Very much so! I have always been interested in research and have conducted it in many fields. I started research in engineering and computational sciences for many years, and we were constantly coming up with new, and sometimes crazy, ideas that fortunately received funding. We even built small sentient computers that could communicate, interact and work with each other; we called this technology SmartEdge to which was granted 7 patents in all.’

#### **How did you become interested in your research topic?**

‘I started working in the field of artificial intelligence and robotics; we developed many projects and even spun off companies. During this period of innovation in new ways of embedding intelligence into computers and devices, I started delving deeper into the literature on psychology, neuroscience and brain-computer interfaces. I became so interested in the human brain that I decided to start a research group called Neuroinformatics, which for the first time in Singapore started applying signal processing and computational algorithms on brain signals. We published on these studies, and got in touch with researchers in the field



Dr. Ranganatha Sitaram, profesor asociado en las Escuelas de Ingeniería, Medicina y Ciencias Biológicas.

Dr. Ranganatha Sitaram, associate professor at the Schools of Engineering, Medicine and Biological Sciences.

en el campo para organizar un simposio sobre este tema en Singapur. Invitamos a los pioneros en el campo a dar charlas, incluyendo al muy famoso Prof. Niels Birbaumer de la Universidad de Tübingen, quien iba a convertirse en mi futuro profesor guía de doctorado más tarde en Alemania.”

#### **¿Cómo logró pasar de la ingeniería a la neurociencia?**

“Después de la conferencia, fui a Alemania, a la Universidad de Tübingen, para dar una charla, invitado por Niels Birbaumer, y me enamoré del ambiente allí; así, decidí que era hora de hacer un cambio. Vendimos nuestro departamento en Singapur, nos mudamos a Alemania para seguir mi pasión y volví a ser estudiante, para hacer un doctorado en neurociencia. En ese momento, nuestros dos hijos eran muy pequeños, y vivir como estudiante de nuevo hizo que mi familia y yo volviéramos a cosas básicas; era bastante difícil vivir así inicialmente, pero fue bueno para nosotros en el largo plazo.”

#### **¿Por qué eligió a Chile para continuar su carrera??**

“Se produjo debido a circunstancias de azar en los últimos años. Me convertí en el profesor guía de doctorado del Dr. Sergio Ruiz, un psiquiatra que fue a Tübingen para su investigación doctoral sobre la esquizofrenia utilizando las

to organize a symposium in Singapore. We invited pioneers in the field to give talks, including the very famous Prof. Niels Birbaumer from the University of Tübingen, who was going to become my future Ph.D. advisor later in Germany.’

#### **How did you manage to move from engineering to neuroscience?**

‘After the conference, I went to Germany, to the University of Tübingen, to give a talk on Niels Birbaumer’s invitation, and fell in love with the environment there; thus, I decided it was time for a change. We, sold our apartment in Singapore, moved to Germany to follow my passion and started being a student again, to do a Ph.D. in neuroscience. At that time, our two children were very small, and living as a student again made me and my family go back to basic things; it was quite hard to live like that initially but was good for us in the long-term.’

#### **Why did you choose Chile to continue your career?**

‘It came about due to chance circumstances over the last few years. I became the Ph.D. advisor of Dr. Sergio Ruiz, a psychiatrist who went to Tübingen for his doctoral research on Schizophrenia using Brain-Computer Interfaces. After he completed his

Interfases Cerebro-Computadora. Después de completar su trabajo, regresó a esta universidad [UC] para convertirse en miembro de la facultad y continuamos nuestras colaboraciones de investigación a través de muchos proyectos. Viajé constantemente a Chile para establecer experimentos y equipo experimental; así es como llegué a conocer Chile. Me gustó el vino, los paisajes y su gente. Afortunadamente, en 2014 se abrió un llamado a concurso para profesor, por lo que fue una gran oportunidad para iniciar un centro de investigación para Interfaces Cerebro-Máquina y Neuromodulación. Me mudé con mi familia aquí en septiembre de 2015 y me uní a nuestra Universidad. Aquí, hemos iniciado un laboratorio agradable y progresivamente creciente con Sergio Ruiz. Ahora tenemos dos estudiantes de posdoctorado, un par de estudiantes de doctorado y un grupo de colaboradores nacionales e internacionales que trabajan principalmente en el área de neurociencia. Los fondos son difíciles de conseguir, pero hemos tenido éxito con dos FONDECYT y muchos otros concursos más pequeños.”

#### **¿Puede contarnos acerca de la interfaz cerebro-computadora (BCI) o interfaz cerebro-máquina (BMI)?**

“Los nombres se usan indistintamente cuando se refieren principalmente a estudios en seres humanos, y las interfaces cerebro-máquina cuando se refieren a la investigación en animales. Esencialmente, se registran señales del cerebro, luego se procesan y después se aplican algoritmos para el reconocimiento de patrones y de aprendizaje de máquinas para decodificar la función cerebral de las señales registradas. Para ello, se pueden aplicar diferentes tipos de análisis estadísticos y algoritmos computacionales para decodificar esta señal. La función asociada a la señal varía dependiendo de la región del cerebro que se esté registrando, porque el cerebro tiene áreas específicas y conexiones funcionales para diferentes tareas. De esta manera, podemos predecir si el sujeto quiere mover un brazo, levantarse o hablar. Hace unos años, esto no era posible, pero el campo ha avanzado rápidamente y se han desarrollado nuevos algoritmos para realizar una decodificación altamente certera de la función cerebral.”

#### **¿Qué aplicaciones tiene BCI?**

“Nosotros y otros laboratorios aplicamos esto constantemente a seres humanos; de hecho, hemos desarrollado una serie de herramientas para su uso con seres humanos. Lo que hacemos es decodificar pensamientos, luego usar esa

work, he returned to this university [UC] to become a faculty member and we continued our research collaborations through many projects. I traveled constantly to Chile to set experimental experiments and equipment; that is how I got to know Chile. I liked the wine, the landscape and its people. Fortunately, in 2014 a professorship opened here, so it was a great opportunity to start a research center for Brain-Machine Interface and Neuromodulation. I moved with my family here in September 2015 and joined our University. Here, we have started a nice and gradually growing laboratory with Sergio Ruiz. We now have two postdocs, a couple Ph.D. students and a group of national and international collaborators that work mostly in the area of neuroscience. Funds are difficult to come by but we have been successful with two FONDECYTs and many other smaller grants.”

#### **Can you tell us about brain-computer interface (BCI) or brain-machine interface (BMI)?**

‘The names are used interchangeably when referring mostly to human studies, and brain-machine interfaces when referring to animal research. Essentially, you acquire signals from the brain and then you do signal processing, apply pattern recognition and machine-learning algorithms in order to decode brain function from brain signals. For this, you can apply different types of statistical analyses and computational algorithms to decode this signal. The function associated to the signal varies depending with the region of the brain you are mapping, because the brain has specific areas and functional connections for different tasks. In this way, we can predict whether the subject wants to move an arm, stand up or speak. A few years ago, this was not possible but the field has advanced rapidly and new algorithms were developed to perform highly accurate decoding of brain function.’

#### **What applications does BCI have?**

‘We and other labs apply this in humans constantly; in fact, we have developed a number of toolboxes for human application. What we do is to decode thoughts, then use that information to activate a device or computer. We can describe the whole process as “turning thoughts into action”. For

información para activar un dispositivo o una computadora. Podemos describir todo el proceso como ‘convertir los pensamientos en acción.’ Por ejemplo, en pacientes con parálisis motora que quieren hablar o moverse, pero no pueden, podemos decodificar sus señales cerebrales y transferirlas a una computadora o dispositivo que sintetiza el habla, permitiendo a los pacientes comunicarse; pero también podemos decodificar emociones y lenguaje en pacientes con trastornos emocionales o psiquiátricos.”

Dr. Sitaram agrega, “Con estos sistemas, en última instancia se puede complementar o incluso mejorar las funciones cerebrales, como las capacidades cognitivas, la memoria, la atención o la percepción. Para hacer esto se necesita entender cómo funciona el cerebro desde la perspectiva de la neurociencia, y luego aplicar métodos computacionales y enfoques de ingeniería.”

#### **¿Cómo funciona el BCI?**

“La forma en que estudiamos esto permite trabajar con pacientes saludables, porque nuestro sistema no es invasivo. Capacitamos a los pacientes a través de refuerzos para el aprendizaje y luego los sometemos a diferentes tipos de tareas cognitivas y emocionales. De esta manera, podemos estudiar el comportamiento o incluso la conciencia. Estos sistemas de trabajo funcionan mediante el registro de un EEG (electroencefalograma); entonces una computadora recoge y analiza los datos en tiempo real para coordinar y activar diferentes tipos de actuadores. Hay equipos más sofisticados que permiten registrar la actividad cerebral durante el movimiento. Incluso se puede andar en bicicleta con ellos.”

#### **¿Cuáles son sus líneas principales de investigación actual?**

“Hemos estado trabajando en muchos proyectos y líneas de investigación. Actualmente estamos estudiando la rehabilitación en casos de accidentes cerebrovasculares y la recuperación del movimiento mediante la neuromodulación, usando BCIs. También hemos trabajado con pacientes con ELA (esclerosis lateral amiotrófica) para ayudarles a moverse y comunicarse, ya que su enfermedad los mantiene atrapados en sus cuerpos. Otra área en la que trabajo junto con Sergio Ruiz es la autorregulación del cerebro emocional en pacientes con esquizofrenia. El campo de los BMI y su uso en neuromodulación es nuevo, pero nuevos resultados prometedores pueden conducir a terapias no invasivas en un futuro próximo. También nos adjudicamos otro

example, in patients with motor paralysis who want to speak or move—but cannot—, we can decode their brain signals and transfer them to a computer or device that synthesizes speech, allowing the patients to communicate, but we can also decode emotions and language in patients with emotional or psychiatric disorders.”

Dr. Sitaram adds, ‘With these systems, you can ultimately supplement or even improve brain functions like cognitive abilities, memory, attention or perception. To do this you need to understand how the brain functions from the neuroscience perspective, and then apply computational methods and engineering approaches.’

#### **How does a BCI work?**

‘The way we study this allows working with healthy patients, because our system is noninvasive. We train patients through reinforcement learning, and then we subject them to different types of cognitive and emotional tasks. In this way, we can study behavior or even consciousness. These systems work by using an EEG (electroencephalogram) recording; then, a computer collects and analyzes the data in real time to coordinate and activate different types of actuators. There are more sophisticated equipment that allows recording brain activity while moving. You can even ride a bike with them.’

#### **What are your principal lines of current research?**

‘We have been working on many projects and lines of research. Currently we are looking at stroke rehabilitation and recovery of movement by neuromodulation using BCIs. We have also worked with ALS (amyotrophic lateral sclerosis) patients to help them move and communicate, since their disease traps them in their bodies. Another area I work together with Sergio Ruiz is the self-regulation of the emotional brain in patients with schizophrenia. The field of BMIs and its use in neuromodulation is new, but promising new results may lead to noninvasive therapies in the near future. We also received another FONDECYT grant for applying this approach to treat chronic depression.’

#### **How do you think BCI will develop in the future and what role can Chile have in this?**

‘I think the field is very much in its young days here, and this is certainly the first lab that does BCI research in Chile (...) and one of the



Dr. Mohit Rana, un postdoc del laboratorio, preparando a un sujeto para la conexión a una Interfaz Cerebro-Computadora.

Dr. Mohit Rana, a postdoc in the laboratory, preparing a subject for connection to a Brain-Computer Interface.

proyecto FONDECYT para aplicar este enfoque en el tratamiento de la depresión crónica.”

#### **¿Cómo cree que BCI se desarrollará en el futuro y qué papel puede tener Chile en esto?**

“Creo que el campo está en su infancia aquí, y este es sin duda el primer laboratorio que efectúa investigación en BCI en Chile (...) y uno de los pocos, o incluso el único, en América del Sur, que aplica esta tecnología para estudiar las funciones cognitivas superiores y los trastornos psiquiátricos en los seres humanos.”

En cuanto al papel de Chile en esta investigación, el profesor Sitaram dice: “Muchas de las aplicaciones que estamos estudiando son importantes para Chile; una es la depresión. Chile tiene el mayor índice de depresión en América del Sur. La otra es la adicción a la nicotina; todo el campo de investigación sobre el abuso de sustancias aún está abierto para nosotros. Esperamos ayudar a los fumadores con sus compulsiones, reduciendo la actividad cerebral en una región específica denominada la insula, en un proyecto colaborativo dirigido por el Dr. Mohit Rana, uno de nuestros estudiantes de posdoctorado, con la Clínica Alemana. Hay otras áreas también, como el campo del trastorno de hiperactividad con déficit

few, or even the only one, in South America that applies this technology to study higher cognitive functions and psychiatric disorders in humans.’

Regarding the role of Chile in this research, Professor Sitaram says, ‘Many of the applications we are studying are important for Chile, one is depression; Chile has the highest incidence of depression in South America. The other one is nicotine addiction; the whole field of research regarding substance abuse is still open to us. We hope to help heavy smokers with their cravings by reducing brain activity in a specific region called the insula, in a collaborative project conducted by Dr. Mohit Rana, a postdoc in our lab with Clínica Alemana. There are other areas too, as the field of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) where BCI, in the form of neuro-feedback, has seen success in 6-7 randomized clinical trials with positive results in children.’ Professor Sitaram mentions that his group is working with this approach, which could be potentially used to treat and rehabilitate neuropsychiatry patients (such as depression. Additionally, he mentions, ‘stroke rehabilitation is another of the major research fields currently being studied by one of the postdocs of our laboratory’.



La tecnología utilizada en el laboratorio captura las señales de actividad cerebral registrando cambios en el contenido sanguíneo de oxígeno mediante luz infrarroja.

The technology used at the laboratory acquires brain activity signals by measuring changes in blood oxygen content using infrared light.

de atención (THDA), donde BCI, bajo la forma de la neuroretroalimentación, ha visto éxito en 6-7 ensayos clínicos aleatorios, con resultados positivos en niños.” El profesor Sitaram menciona que su grupo está trabajando en este enfoque, que podría usarse potencialmente para tratar y rehabilitar a pacientes neuropsiquiátricos (como la depresión), y menciona que “La rehabilitación de los accidentes cerebrovasculares es otro de los principales campos de investigación en la actualidad, estudiado por uno de los posdoctorados de nuestro laboratorio.”

#### **¿Tiene algún consejo para los estudiantes interesados en BCI?**

“Creo que tener pasión e interés son las cosas más importantes, el resto viene sólo. Si no se sabe mucho acerca de un tema específico, se puede aprender sobre ello si se tiene el interés y la motivación para crear o descubrir algo nuevo. Si se tiene la pasión por hacer investigación, también significa que se ha leído sobre el tema de su interés. Yo le diría a cualquiera que quiera trabajar en este campo que pensara en forma amplia y que se involucrara con personas que compartan su motivación. Este campo es muy multidisciplinario y además de pensar como ingeniero, se necesita la curiosidad de un científico, para interesarse en cómo funcionan las cosas.”

#### **Do you have any advice for the students interested in BCI?**

I think that having passion and interest are the most important things, the rest just comes along. If you do not know much about a specific topic, you can learn about it if you have the interest and motivation to create or discover something new. If you have the passion to do research, it also means that you have read about the topic of your interest. I would say to anyone that wants to work in this field to think widely and to involve himself with people that share your motivation. This field is very multidisciplinary and in addition to thinking as an engineer, you need the curiosity of a scientist, to become interested in how things work.’

Regarding the courses and classes the students should take, Dr. Sitaram states, ‘A solid background in mathematical and logic way of thinking, good programming skills and signal processing knowledge is needed. The other part is that you should be open to learning and enquiring about biology and derive inspiration from it because some of the most astonishing systems in the world are of biological origin, such as the brain.’ Additionally, Professor Sitaram leaves the invitation open for students join his lab to do research with him and his group. The only requirement is a passion for science, engineering and neurobiology.

En cuanto a los cursos y las clases que los estudiantes deben tomar, el Dr. Sitaram afirma: "Se necesita una base sólida en pensamiento matemático y lógico, buenas habilidades de programación y conocimiento en procesamiento de señales. La otra parte es que se debe estar abierto a aprender y preguntar acerca de biología y obtener inspiración de esta disciplina, porque algunos de los sistemas más sorprendentes en el mundo son de origen biológico, como el cerebro." Además, el Profesor Sitaram deja la invitación abierta para que los estudiantes se unan a su laboratorio para hacer investigación con él y su grupo. El único requisito es pasión por la ciencia, la ingeniería y la neurobiología.

Para los estudiantes que quieran dedicarse a la investigación como una opción de carrera, el Dr. Sitaram añade, "Más allá de todo esto que he mencionado, se tiene que ser capaz de mantener una cierta motivación e interés durante períodos prolongados, debido a que la carrera académica es larga. Pero si se es capaz de mantenerse motivado, entonces se vive esta pasión y se hacen cosas porque encantan, se piensa en ello día y noche, y se disfruta. No se hacen las cosas porque se tengan que hacer, sino porque satisfacen."

#### **¿Tiene un consejo o comentario general para los estudiantes?**

"Creo que mantener viva la pasión por lo que se hace, ya sea ciencia o algo más, es lo más importante. Conseguir un trabajo para pagar las cuentas o apoyar a la familia es muy importante, pero no dejen que eso les impida encender y mantener la llama de interés ardiendo en sus actividades de ingeniería y ciencia, y extender sus intereses a otros campos también." El Dr. Sitaram agrega, "Estar en un campo específico es importante porque esa es la manera de hacer contribuciones importantes, pero se necesita permanecer el tiempo suficiente. Sin embargo, si se permanece en el mismo grupo durante demasiado tiempo, entonces las ideas se estancan. Por lo tanto, mi mensaje sería tener profundidad en un campo para contribuir, pero ser lo suficientemente amplio e inspirarse en otros campos también, mediante la lectura y la discusión, y participar en otras áreas todo el tiempo. No hay que tener miedo de moverse." <sup>I<sup>3</sup></sup>

For students that want to pursue research as a career option, Dr. Sitaram adds, 'Beyond all this I have mentioned, you have to be able to maintain a certain motivation and interest for prolonged periods because the research path is long. But if you are able to keep yourself motivated, then you live this passion and you do things because you love it, you think about it day and night, and you enjoy it. You do not do things because you have to, but because it fulfills you.'

#### **Do you have a general advice or comment for students?**

I think that keeping your passion alive for what you do, either science or something else is the most important. Getting a job to pay your bills or support your family is very important too, but do not let that prevent you from kindling and keeping the flame of interest burning in your engineering and science activities, and to spread interests to other fields too. Dr. Sitaram adds, 'Being in a particular field is important because that is the way to make important contributions, but you need to stay long enough. However, if you stay in the same group for too long, then your ideas become stagnant. So, my message would be to have depth in a field to contribute, but be broad enough and take inspiration from other fields too, by reading and discussing, and become involved in other areas all the time. Do not fear to move around' <sup>I<sup>3</sup></sup>